

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 3 日 (03.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/046466 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: E02B 7/20  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/007517  
(22) 国際出願日: 2003 年 6 月 12 日 (12.06.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願 2002-334274  
2002 年 11 月 18 日 (18.11.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):  
国土交通省中部地方整備局長が代表する日本  
国 (JAPAN AS REPRESENTED BY SECRETARY  
OF AGENCY OF CHUBU REGIONAL BUREAU,  
MINISTRY OF LAND INFRASTRUCTURE AND  
TRANSPORT) [JP/JP]; 〒460-8514 愛知県 名古屋  
市中区 三の丸 2 丁目 5 番 1 号 Aichi (JP). 信州大学長  
が代表する日本国 (JAPAN AS REPRESENTED BY

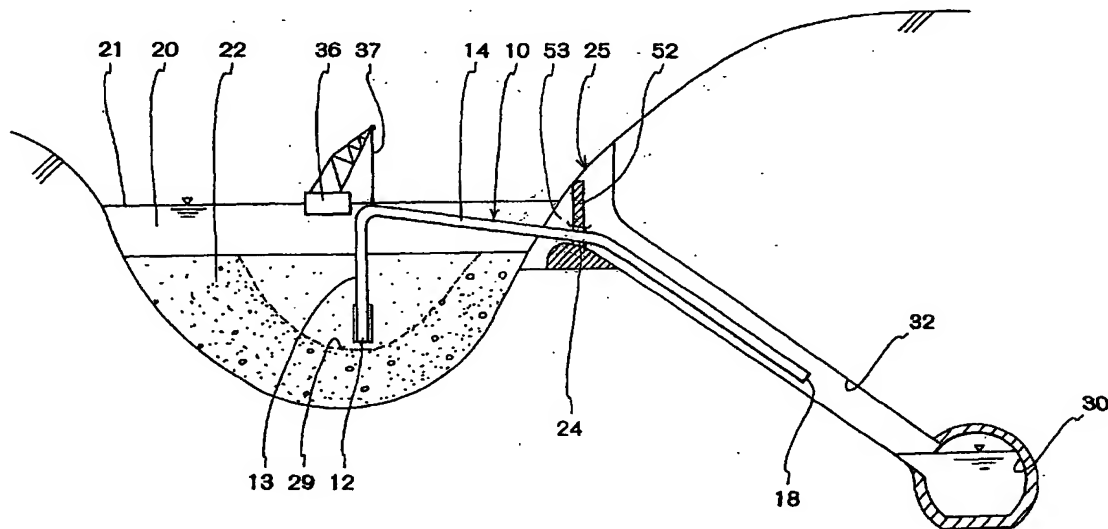
DIRECTOR GENERAL OF AGENCY OF SHINSHU  
UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒390-8621 長野県 松本市  
旭 3 丁目 1 番 1 号 Nagano (JP). 吉川建設株式会社  
(YOSHIKAWA KENSETSU KABUSHIKI KAISHA)  
[JP/JP]; 〒395-8666 長野県 飯田市 松尾町 2 丁目  
2 5 番地 Nagano (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 土屋 良明  
(TSUCHIYA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒380-8553 長野県  
長野市 若里 4 丁目 1 番 1 号 信州大学工学部  
内 Nagano (JP). 横森 源治 (YOKOMORI, Motoharu)  
[JP/JP]; 〒396-0402 長野県 上伊那郡長谷村 大字溝口  
1 5 2 7 国土交通省三峰川総合開発工事事務所内  
Nagano (JP). 杉山 勉 (SUGIYAMA, Tsutomu) [JP/JP];  
〒460-8514 愛知県 名古屋市中区 三の丸 2 丁目 5 番  
1 号 国土交通省中部地方整備局内 Aichi (JP). 福本  
晃久 (FUKUMOTO, Akihisa) [JP/JP]; 〒396-0402 長野  
県 上伊那郡長谷村 大字溝口 1 5 2 7 国土交通省  
三峰川総合開発工事事務所内 Nagano (JP). 浦上 将

[続葉有]

(54) Title: DEPOSIT CONVEYING MECHANISM AND DEPOSIT CONVEYING METHOD

(54) 発明の名称: 堆積物搬送機構および堆積物搬送方法



(57) Abstract: A deposit conveying mechanism capable of efficiently conveying deposits. It comprises a suction port (12), a vertical pipe (13), a horizontal pipe (14) extending transversely substantially horizontally, the horizontal pipe (14) being supported in water in a water storage yard at a position below the level of a dynamic water gradient line, a conveying pipe (10) whose suction port (12) is vertically moved toward and away from the water bottom surface of the water storage yard at a required frequency by a lifting device (38) during conveyance of deposits, a bottom-opened cup-shaped body (60) that is installed at the suction port (12) of the conveying pipe (10) and into which the suction port (12) is vertically movably advanced, a water vapor feeder (73) feeding water vapor into the cup-shaped body (60), and a compression gas feeder (74) feeding compressed gas into the cup-shaped body (60).

[続葉有]



人, (URAKAMI, Masato) [JP/JP]; 〒102-0083 東京都千代田区麹町2-14-2 財団法人ダム水源環境整備センター内 Tokyo (JP). 吉川 光圀 (YOSHIKAWA, Mitsukuni) [JP/JP]; 〒395-8666 長野県飯田市松尾町2丁目25番地 吉川建設株式会社内 Nagano (JP). 渋谷 昶州 (SHIBUYA, Yorikuni) [JP/JP]; 〒395-8666 長野県飯田市松尾町2丁目25番地 吉川建設株式会社内 Nagano (JP).

(74) 代理人: 綿貫 隆夫 (WATANUKI, Takao); 〒380-0935 長野県長野市中御所3丁目12番9号クリエイティブビル Nagano (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ,

OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 効率よく堆積物を搬送できる堆積物搬送機構を提供する。吸込口部12、鉛直管部13、横方向にほぼ水平に延びる水平管部14を有し、該水平管部14が貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置38により、吸込口部12が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管10と、搬送管10の吸込口部12に設けられ、該吸込口部12が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体60と、該カップ状体60内に水蒸気を供給する水蒸気供給部73と、カップ状体60内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部74とを具備する。

## 明 細 書

## 堆積物搬送機構および堆積物搬送方法

## 技術分野

本発明は堆積物搬送機構および堆積物搬送方法に関する。

## 背景技術

浚渫機構として日本特許第 3 2 7 7 4 8 9 号に示される機構がある。

この浚渫機構は、

排出管を、貯水場所の水位よりも低い位置に設けた堰堤孔部を貫通させて配置すると共に、該排出管を、貯水場所に浮かべられた台船により、貯水場所の水位よりも低い位置に位置するように吊持し、

前記台船に設けられた昇降装置によって、排出管を、吸い込み口が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させて、脈動する吸込流である脈動流を得ると共に、堆積物が高い濃度で混合された流れと低い濃度で混合された流れとを交互に発生させるプラグ流を得るようにしたものである。

この浚渫機構によれば、堆積物を排出管の管壁に実質的に抵抗となるように接触させることなく、固液二相流として効率よく排出することができる。

本発明は、上記従来の浚渫機構にも応用でき、さらに効率よく堆積物を搬送できる堆積物搬送機構および堆積物搬送方法を提供することを目的とする。

## 発明の開示

本発明は上記目的を達成するため次の構成を備える。

すなわち、本発明に係る堆積物搬送機構は、貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、

貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備することを特徴としている。

そして、前記カップ状体と共に前記吸込口部側が下降され、吸込口部が水底面に食い込んで該吸込口部が急閉塞されることによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力が低下して膨張波が発生し、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次、固体表面の低圧部で発生した水蒸気で水柱分離が発生し、次いで前記カップ状体に対して吸込口部が上昇され、吸込口に進入した高濃度部がプラグとして吸引されると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体が前記カップ状体内に供給され、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気が前記カップ状体内に供給されることによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気が吸込口部内に流入して、高濃度の堆積物からなるプラグおよび圧縮気体と水蒸気よりなるガスプラグが形成されて前記鉛直管部を上昇し、次いで前記カップ状体が増昇され、前記圧縮気体および水蒸気の供給が停止されることによって、ガスプラグ部の水蒸気が凝縮し、ガスプラグの体積が減少し、前記吸込口部が急開され、これにより吸込口部内に清水が流入され、吸込口部側の圧力が上昇して圧力波が発生し水柱分離部を凝縮させるサイクルが繰り返されることによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴としている。

高粘着力のある流体（ビンガム流体）の場合、管壁や固体表面に厚い流体膜が付着し、流れにくくなるが、本発明では、上記構成により、この流体膜の粘着力発生構造を、水柱分離部のキャビテーションによる激しい振動による剪断力で低下させ（チキソトロピー効果）、さらに流体膜中に生じた微小ガス流（マイクロバブル）が分散したエマルション流れ（エマルション状の流れ）のキャビテーションによる局所的高圧力により、固体と固体を接触させることなく、固体間に流

体を介在させ、常に流体膜を流体潤滑状態の動摩擦係数状態に保ち、高密度、高粘着力体積物であっても高効率で搬送することを可能とする。

また本発明に係る堆積物搬送方法では、貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備する堆積物搬送機構を用い、前記カップ状体と共に前記吸込口部側を下降させ、吸込口部を水底面に食い込ませて該吸込口部を急閉塞することによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力を低下させて膨張波を発生させ、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次水柱分離を発生させ、次いで前記カップ状体に対して吸込口部を上昇させ、吸込口に進入した高濃度部をプラグとして吸引させると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体を前記カップ状体内に供給し、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気を前記カップ状体内に供給することによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気を吸込口部内に流入させて、高濃度の堆積物からなるプラグおよびガスプラグを形成して前記鉛直管部を上昇させ、次いで前記カップ状体を上昇させ、前記圧縮気体および水蒸気の供給を停止することによって、ガスプラグ部の水蒸気を凝縮させ、ガスプラグの体積を減少させ、前記吸込口部を急開し、これにより吸込口部内に清水を流入させ、吸込口部側の圧力を上昇させて圧力波を発生させ水柱分離部を凝縮させるサイクルを繰り返すことによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴としている。

## 図面の簡単な説明

第1図は、ダム湖での浚渫機構の例を示す説明図であり、第2図は、美和ダムの構造を示す説明図であり、第3図は、搬送管（排出管）の堰堤孔部での固定機構を示す説明図であり、第4図は、台船の説明図であり、第5図は、吸込口部分におけるカップ状体の構造を示す説明図であり、第6図は、二重パイプの構造を示す説明図であり、第7図は、圧力吸収部の説明図であり、第8図は、圧力吸収部のさらに詳細を示す説明図であり、第9図は、管路損失と固相率との相関図であり、第10図は、排出管の一例を示す断面図である。

## 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

図1は、堆積物搬送機構の一例としての浚渫機構を示す断面図である。この浚渫機構は巨大なダム湖に適用した例を示す。

10は長い搬送管たる排出管であり、土砂等の堆積物22が堆積したダム湖等の貯水場所20の水底（湖底29）に対向して開口された吸込口部12と、その吸込口部12から鉛直上方に延びる鉛直管部13と、鉛直管部13上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所20よりも低位にあるバイパストンネル等の放出部（放出水路）30に開口する吐出口18を有する水平管部14とを具備する。

図2は、長野県にある美和ダムにおけるバイパストンネルの機構を示す。

ダム堤31の上流側に、分派堤33と貯砂ダム34とを設けてある。貯砂ダム34と分派堤33では、粗い土砂を堰き止め、下流のダム湖に流入する固体量を低下させ、かつ沈積した固体を洪水後に取り出すことを容易にする。これら粗い土砂は、これまでのように機械的に運び出され、コンクリートの材料などに有効利用される。

洪水時には、分派堤33近くに設けたバイパス水路（図示せず）のゲート（図示せず）をあけ、細かい土砂（直径がおよそ0.1mm程度）を洪水と共にバイパス水路を経てバイパストンネル30に流し、細かい土砂がダム湖に堆積しないようにする。したがって、ダム湖には主としてウォッシュロードと称する極めて粒径の小さな堆積物が堆積することになる。

本実施の形態では、バイパストンネル 30 に通じる補助トンネル（補助水路）32 を利用して、浚渫した堆積物を排出する。

前記排出管 10 の排出端側は、この補助トンネル 32 内に堰堤孔部 24 を通じて導かれる。

堰堤孔部 24 は、貯水場所 20 の水位 21 よりも低い位置を排出管 10 が通るように、貯水場所 20 の堰堤 25 に開口して設けられている。

排出管 10 の鉛直管部 13 の上部でほぼ直角に曲げられてほぼ水平方向に延びる水平管部（堰堤孔部 24 側が若干低くなるように設定される）14 は、堆積物の排出時、水中であって、動水勾配線よりも下方となる位置を通るように配置される。

これにより、水頭差エネルギーによって、排出管 10 内を水流が満たされた状態で流下することとなる（清水の場合）。

清水とは、 $\rho$ （平均密度）が 1.044 の場合のニュートン流体とみなされるものをいう（長野県の美和ダム湖底粘土浚渫の場合）。

なお、 $1.5 > \rho > 1.044$  の場合を高濃度流体といい、ビンガム流体的特性を示す。粘性の高いものを特にビンガム流体という。また、固相率 30% 以上の場合には、 $\rho$  が 1.5 となり、粘土の場合を塑性流体といい、固体相の集中している部分（プラグ）が間欠的に存在している場合をプラグ流という。プラグ流の場合、プラグの表面にカプセルのような粘土の膜（流体膜）ができる場合があり、これをカプセル流体という。

堰堤孔部 24 では、水密構造にする必要があるが、この構造を図 3 により説明する。

42 はローラ状の受部材であり、堰堤孔部 24 内に複数個配設され、排出管 10 を軸線方向に滑らかに移動可能に受けている。

50 はシール部材であり、例えばゴム材でエアバック状に形成されていて、内部に空気が注入されている。このシール部材 50 は、堰堤孔部 24 と排出管 10 との間（排出管 10 の上下）に配設され、堰堤孔部 24 と排出管 10 との間を液密にシールする。

シール部材 50 内の空気を抜くことで、排出管 10 への締め付けが解除され、

排出管 10 は軸方向に移動可能となる。

上記受部材 42 は、堰堤の躯体 44 上に、シール部材 50 を挟む両側に配設されている。

52 は水門板である。水門板 52 は、堰堤部 25 (図 1) に上下方向に設けた溝部 53 (図 1) 内に移動可能に配設され、動力によって上下駆動され、水門 (堰堤孔部 24) を開閉できるようになっている。

水門板 52 を下降させ、シール部材 50 を介して排出管 10 を挟むことで堰堤孔部 24 を液密にシールする。

次に、36 は台船であり (図 1)、クレーン 37 が配設され、クレーン 37 によって、排出管 10 を鉛直管部 13 が鉛直となるように、また水平管部 14 が動水勾配よりも下方となるように吊り下げている。鉛直管部 13 と水平管部 14 との間の曲折部も水中に位置する。クレーン 37 によって、自在に排出管 10 の吊り下げ位置を変更することができる。

また、図 4 に示すように、台船 36 上には、鉛直管部 13、したがって吸込口部 12 を上下動させる昇降装置 38 を備える。昇降装置は、鉛直管部 13 に連結したチエーン 62 を上下動させるように、例えばクランク装置で構成され、クレーン 37 によって吊り下げられている排出管 10 を、その鉛直管部 13 を約 2 m 程度持ち上げて後、鉛直管部 13 を自然落下させるように構成されている。

昇降装置はクランク装置に限られず、鉛直管部 13 を上下動させ得るものならばよい。昇降装置の駆動部 (図示せず) は、モータやシリンダ装置等を採用できる。

また、クレーン 37 でなくとも、排出管 10 を上記のように吊り下げることができるものであればよい。

また、台船 36 ではなく、場合によってはダム湖内に、支持台 (図示せず) を立設し、この支持台により排出管 10 を支持したり、支持台上に昇降装置を設けてもよい。

この排出管 10 を支持する支持台としては、水中に浮かぶフロート (図示せず) に構成してもよい。フロート内にエアーを給排して排出管 10 の高さ調節ができるようにする。また、この場合に、フロートに水密の電動モータ (図示せず) を



取り付け、この電動モータにより鉛直管部 13 を上下動させるようにする。電動モータへの電気の供給は漏電を避けるためにフロートへのエア供給管(図示せず)の中に沿わせて設けた配線(図示せず)より行うようにする。

次に、図 5 は吸込口 12 部分の一例を詳細に示す説明図である。

図 5 に示されるように、吸込口部 12 は内筒(排出管 10)とカップ状体 60 との二重筒構造となっている。

カップ状体 60 は上端側が蓋 61 によって閉塞されてカップ状をなし、排出管 10 の下端部(以下内筒ということがある)が、この蓋 61 を上下動自在に、液密、かつ気密に貫通して、カップ状体 60 内に進入している。カップ状態 60 の若干上方となる排出管 10 の部位に連結具 62 が固定されていて、この連結具 62 にチェーン 63 が連結され、チェーン 63 が上記昇降装置に連繋されることによって、排出管 10 が昇降可能となっている。

カップ状体 60 は、液密状態で、内筒 10 に対して相対的に上下動自在になっている。カップ状体 60 の蓋 61 と連結具 62 との間がコイルスプリング 65 で連結され、このコイルスプリング 65 の伸縮する範囲でカップ状体 60 が内筒 10 に対して移動する。したがって、内筒 10 が水底よりも上方に引き上げられているときは、カップ状体 60 はコイルスプリング 65 が延びた状態で連結具 62 から吊り下げられた状態となる。

カップ状体 60 内は、孔明き板 66 によって仕切られ、この孔明き板 66 を内筒 10 が移動自在に貫通している。

孔明き板 66 よりも下方の内筒 10 上の部位にはストッパ 67 が固定され、このストッパ 67 と孔明き板 66 との間には、ホイールを外したタイヤからなるクッション材 68 が介挿されている。ストッパ 67 によって、カップ状体 60 は、内筒 10 上に抜け止めして保持される。

カップ状体 60 の下端側には、上に凸の断面半円状をなすグレーチング板(孔明き板) 70 が固定されている。内筒 10 の下端側は、このグレーチング板 70 の中央に設けられた孔を貫通して上下動可能となっている。

カップ状体 60 の孔明き板 66 上、およびグレーチング板 70 上には、適宜重量調節用の球体が収納されている。この球体はカップ状体 60 内で転がり、粘土

塊を砕き、スラリー化する作用もする。粘土塊中に微小ガスが含まれるときは、この微小ガスが放出され、後記するマイクロバルーンとして機能する。

カップ状体 60 の外周上には、周方向に等間隔をおいて 3 つのチゼル 72 が配設されている（図では 1 つのみ図示）。

チゼル 72 は、内筒 10、カップ状体 60 が落下したとき、水底面に突き刺さるように、下端が先鋭に形成されている。また、このチゼル 72 にも、適宜引き上げ用のチェーンが連結され、台船 36 上からこのチェーンを操作しうるようになってい

る。台船 36 上には、図 4 に示すように、水蒸気供給部（水蒸気発生装置：ボイラー）73 と、圧縮気体供給部たる圧縮空気供給部（コンプレッサー）74 が配設されている。

水蒸気供給部 73 で発生した水蒸気および圧縮空気供給部 74 で調整された圧縮空気は、フレキシブルな二重パイプ 75 を通じて、カップ状体 60 内上部に供給可能になっている。

二重パイプ 75 は、図 6 に示すように、外筒 76 と内筒 77 とからなる。この二重パイプ 75 の一端側から二重パイプ内に圧縮空気と水蒸気とが供給される。すなわち、外筒 76 内には、接続口 78 からパイプ 79 を通じて圧縮空気が導入され、内筒 77 内には接続口 80a からパイプ 81a を通じて水蒸気が導入される。

二重パイプ 75 は、両管端を除いた中途部が、長尺で、かつフレキシブルな、ゴム等の気密な素材から形成された二重パイプをなし、貯水場所の湖底に十分到達可能な長さを有し、かつ屈曲可能になっている。

二重パイプ 75 の他端側は、カップ状体 60 の蓋 61 に連結され、カップ状体 60 内に圧縮空気、水蒸気が導入されるのである。

なお、外筒 76 内には、断熱性に優れる圧縮空気が導入され、水蒸気は内筒 77 内に導入されるので、水蒸気の冷却による凝結は極力防止される。

また、圧縮気体供給部 74 からは、二重パイプ 75 を通じて炭酸ガスをカップ状体 60 内に供給するようにしてもよい。炭酸ガスは、高圧状態のときは水によく溶解し、低圧になると発泡する。これによりスラリーからなる流体膜中によく

分散したマイクロバルーンが作り出され、流体の摩擦抵抗を低減させる。

次に浚渫作業について説明する。

浚渫開始前は、吸込口部 12 が水底より約 2 m ほどの高さとなるように引き上げておく。排出管 10 は、動水勾配よりも下方となるように配設されているから、水（清水）は、水頭差 5.0 m 以上ならば  $L/D = 1.000$  でも排出管 10 内を満杯になって流下し、秒速 3.6 m 以上の十分な流速、したがって、十分な慣性力を有するものとなる。

本実施の形態で、基本的には、排出管 10 を上記のように動水勾配よりも下方となるように配設したことにより、水頭差により浚渫が可能となる。そして、以下に述べる操作を加えることにより、およびこの操作により生じる現象によって、粘土質の堆積物や、短径が管断面の 70 % 程度の石等の重量の大きなものであっても搬送、排出をより効果的に行えるものである。実際、普通の状態では沈降してしまって流れない、鉄 ( $\rho = 7.4$ ) でできたボルトなども搬送、搬出されたことが確認された。

上記のように、排出管 10 内に十分な流速の水流が得られてから浚渫を開始する。

すなわち、まず、昇降装置 38 を緩めることによって、吸込口部 12 をカップ状体 60 と共に自然落下させる。水底までの距離が 2 m の場合には、約 3 秒で吸込口部 12 が水底に到達し、ウォッシュロードなどの非常に粒径の細かい、圧密された硬い粘土状の堆積物の場合には、吸込口部 12 が 0.1 秒ほどで約 30 cm 程度水底の粘土層に食い込む。

これにより、吸込口部 12 が急閉塞されることとなり、一方、排出管 10 内の水は慣性力によってなおも流れようとするから、高濃度部分との境界部に低圧部分が生じ、膨張波となって下流側に伝播する。この粗密波の伝播速度は、パイプラインを弾性係数が  $E = 4 \text{ GPa}$  の硬質ゴム製とすると、約  $200 \text{ m/sec}$  となる。また、低圧部分が生じることから、水中に溶解していた気体が分離し、ときには、圧力が降下してその水温の飽和蒸気圧になって水が蒸発する、水蒸気よりなる空泡、すなわち水柱分離が起こる。この場合キャビテーション（空泡の潰れ）も一部に起こる。すなわち空泡（キャビティ）の発生と潰れが同時に起こる。

水柱分離状態の下流部のところでは、水蒸気の発生とつぶれが同時に激しく起こっている。この水柱分離は、排出管 10 内の高濃度部分の直下の下流で順次連続して起こるのであり、この水柱分離の下流への伝播速度はほぼ  $20 \text{ m/sec}$  となる。この水柱分離の伝播は、高圧部、低圧部が交互に発生して伝播することから、あたかもロープの端を持ってロープ端を上下に振ることによりロープにロープの横波が伝わるように、水平管部 14 に、ロープと同様に、管の軸線方向と交差する方向への波打ち現象を発生させる。この波打ち現象による外部エネルギーは、排出管 10（パイプライン）内を、流体を下流に運ぶエネルギーの一つとなる。また、このように水平管部 14 が大きく波打つことによって、管底に重力沈降しようとする固体を浮上させ、これにより固体を遠方まで搬送する効果も生じる。

この状態で、内筒（カップ状体 60 内の鉛直管部 13 の部位）10 をカップ状体 60 に対して引き上げつつカップ状体 60 内に圧縮空気または炭酸ガスを送り込み、次いで水蒸気を送り込む。これにより、また下流側が負圧になっていることと相俟って、吸込口部 12 内に食い込んでいた、粘土が高い濃度で混合された部分（高濃度部分、すなわちプラグ）が内筒 10 内を急上昇する。同時に、カップ状体 60 内のスラリー（場合によっては清水）が内筒 10 内に入ると共に、内筒 10 内に圧縮空気、次いで水蒸気が入る。これにより、ガスプラグが形成され、密度差によるエアリフト状態が作り出されるので、粘性の高い粘土プラグであっても、鉛直管部 13 内を簡単に上昇するのである。

鉛直管部 13 を過ぎて水平管部 14 に流入すると、水蒸気が凝縮し、周辺の密度が大きくなるため、エアーや炭酸ガスは圧縮され、小粒となってスラリー中に分散する。このようにエアー等が小粒となって分散することによって、エアーロック状態の発生も防止できる。なお、エアーロック状態とは、水平管部 14 に上に凸の屈曲部が生じた場合、この凸部にエアーが溜まると、流動圧がエアーの膨張、収縮作用に吸収され、流れなくなる状態をいう。

上記エアーや炭酸ガスの小粒が、次に膨張波が発生すると、水の表面張力を破壊する源となり、簡単に水柱分離状態を作り出すのである。

次いでカップ状体 60 が引き上げられる（内筒 10 が所要高さまで引き上げら

れるとストッパ67によってカップ状体60も引き上げられる)。カップ状体60内が水蒸気と圧縮空気で満たされる状態となっているので、浮力が働き、カップ状体60は容易に引き上げられ、初期の状態に戻る。

カップ状体60を引き上げた直後に水蒸気と圧縮空気の吹き込みを中断すると、水蒸気が凝縮して0.5気圧以下の低圧に急激になることから、1.5気圧以上の吸込口周囲の高圧の清水が急激に流れ込む。すなわち、弁の急開状態となって、これにより、排出管10内に圧力波が発生する。これが排出管10内を伝播する。

圧力波が発生することによって、ガスプラグは急激に圧縮されることとなり、また、ガスプラグ中の水蒸気が凝結して水に取り込まれることも相俟って、流体間に衝突が起こり、ガスプラグはさらに圧縮され、急激に圧力が高くなる。このときには、体積の弾性変化を伴う水撃現象が生じると同時に、プラグとガスプラグおよび液体との間で、相対速度差が秒速100mにもなる物体間の非弾性衝突状態が現出され、排出管10中に、固・液・気の三相よりなる、加速度の急変化を有する連成振動子状の流れが生じ、プラグの輸送が効率的になされる。

特に、慣性流体中の物体に密度差があり、衝突と表現されるような加速度の急変（急発進、急停止）は物体間に圧力差を発生させ、鉄塊のようなものの輸送まで可能にするのである。

なお、水撃現象とはウォーターハンマー現象のことを言い、水であっても圧縮され、体積が小となることを無視できないような衝突現象を言う。

上記の吸込口部12の落下、上昇サイクルが繰り返されることによって、排出管10内を流れる流体は、粘土が高い濃度で混合しているプラグ部（高濃度部）と、低い濃度で混合している部分（上記清水部分およびガスプラグ部分。水蒸気ガスプラグ部分は下流側にいくと外部の水により冷やされて消失し、上流部を真空吸引する。）とが交互に発生するプラグ流となる。

また、上記のように、高濃度部と高濃度部との間の低濃度部に膨張波（真空波：膨張する波）と圧力波（粗密波）が交互に生じる状況となって、流体は排出管10内で激しく振動する振動流状態で流れ、高い濃度の粘土が、排出管10の管壁にほとんど接触することなく、すなわち、管路抵抗が低い状態で流れるので、排出管10が長くても良好に粘土（土砂）の運搬がなされる。L（長さ）／D（直

径) が、1000～1500くらいの長い管路であっても、平均流速1.3 m/secで十分良好に高濃度の土砂の排出ができることが確認されたことからわかる。因みに、水頭差が5.0 mで、 $C_v=7\%$ 、 $\rho=1.1$ の粘土スラリーを $L/D=100$ で流したとき、スラリーの管内壁付着とスラリー自身の粘性により管閉塞が起こり、流速が0となった。

なお、流体が排出管10内で激しく振動しつつ流れる状況は、排出管10の一部を透明にして観察した結果、各所の水柱分離長さが50 cmにも達し、その負圧により数秒間の逆流現象が生じ、次に上流部からの圧力回復により水柱分離が消失し、長さが0 cmになるとき、秒速100 mにも及ぶ急加速された流体が下流部に衝突する。このように管内を激しく振動しながら流下することが確認された。

図9に管路損失と真体積濃度（固相率）との相関図を示す。 $\lambda$  はシステム全体の抵抗係数を示す。なお、計算式上、流動に関する係数が数十個になり、解が分散するため、実用上問題のない $\lambda$ にまとめた。図9は、排出管に、直径15 cm、長さ150 mのものをを用いて、水頭差5.0 m、動水勾配 $i=0.033$ で、種々の固相率の流体の搬送（浚渫）を行った結果を示すものである。

流体がニュートン流体の場合には、流速3.6 m/secで支障なく流れる。

ビンガム流体の場合には、本実施の形態のような操作（鉛直管部13の昇降操作等）を行わない（図で脈動無し条件としている）と、まもなく管閉塞が生じ、流れなくなる。

本実施の形態の上記操作を行うことによって、抵抗係数はそれ程増大せず、ビンガム流体はもとより、固相率が30%程度の塑性流体であっても、排出、搬送することができた。

上記のように、排出管10内に間隔をおいて発生しているプラグ部間の低濃度部に、膨張波（液状あるいは気体状）、圧力波（液状）が交互に発生して、固・液・気（水柱分離を含む）の三相状態で流れることは、あたかも、長い下り坂を重力で降下中の、連結器（低濃度部）で連結された多数車輛の貨車（高濃度部）が機関車により坂の途中で急発進、急停車されるとき状況と似ており、多数の連結器の伸び、縮みの働きによって、少ないエネルギーで、発進あるいは停車できる

のと同様に、少ないエネルギー、すなわち坂の勾配による重力の水平分力と小さな慣性力のシナジー効果（相乗効果）で、高濃度、高粘性流体が排出管 10 内を、沈降、堆積することなく平均  $1.3 \text{ m/sec}$  の低速で排出口へ流れるのである。

管の摩耗量は、流速の 2 乗に比例する実測値から判断しても、システム全体の耐久性が数倍向上していることは明らかである。

また、上記のように、水蒸気は凝結して水中に取り込まれる。一方吹き込まれた圧縮空気は、一部は水中に溶解するが、大部分は排出管 10 の管壁と固体との間の流体膜中に小粒子（マイクロバルーン）となって分散し、流体と共に排出される。このように空気が排出管 10 の管壁に付着する流体膜中に分散することによって、ますます流体の管路抵抗を減じ、流体が良好に排出される一因となる。圧縮気体として炭酸ガスを用いると、高圧のときは水に溶解し、低圧のときは発泡するので、上記の連成振動子状態の流れをより作りやすくなる。

このようにして、固相率が 30 % 程度の高濃度ウォッシュロードが圧密された硬くて、かつ非常に粘性の高い堆積物であっても良好に排出できる。

なお、圧縮気体供給部 74、水蒸気供給部 73 から、圧縮気体および水蒸気を供給あるいは遮断するのは図示しない電磁バルブによって行い、この電磁バルブの開閉のタイミングは、上記吸込口部 12 の昇降のタイミング、すなわち、クランク機構等によって構成される前記昇降装置 38 の駆動のタイミングに合わせて行われるよう制御される。

また図示しないが、排出管 10 の内面にスパイラル状の突起を設け、リブレットを形成することによって（溝部と突起が交互に螺旋状に連続する）、ライフル銃の玉が回転しながら発射されてより抵抗が少なくなるのと同様にして、パイプライン内のプラグおよび流体が回転することによってプラグの抵抗がさらに減少し、堆積物がよりスムーズに排出される。また、膨張波発生によって、管断面が増減するが、この管断面増減が上記の回転を一層高める（スピン効果）ことになる（管断面減少により、プラグの回転速度が増し、流体膜間の剪断速度差が大きくなる）。

ところで、上記のように、流体中にキャビテーションや水撃現象が生じ、排出管 10 に作用する破壊力が大きくなる。これによる排出管 10 の損傷を防止し、システムの耐久性を高めるための機構の一例を図 7 および図 8 により説明する。

まず、基本的には、排出管 10 に作用する破壊力を排出管 10 自らによって吸収できるように、排出管 10 には、有機物質で弾性係数  $E$  が、 $E = 4 \text{ GPa}$  程度のゴム等の弾力性の大きい材料のものをを用いるとよい。

なお、管径が 100 cm 以上となる大径の排出管 10 を使用する場合には、鉄板で補強した断面台形状のゴム板を鉄板側を外側にしてスパイラル状に巻いて接合したフレキシブルなパイプ構造に形成したものをを用いるとよい（図 10 参照）。

図 7 で、80 はフロートであり、排出管 10 の鉛直管部 13 と水平管部 14 との間の屈曲部に位置して配置され、排出管 10 に浮力を付与している。フロート 80 は、パイプ 81 により、台船 36 上の前記圧縮空気供給部 74 に接続され、圧縮空気の給排がなされる。

82 は圧力吸収部であり、排出管 10 内と連通し、排出管 10 内の増圧、減圧を吸収し、排出管 10 に加わる上記破壊力を軽減するようになっている。圧力吸収部 82 は、排出管 10 の水平管部 14 の適宜箇所 に設けられるものであり、図示の例では 3 基連結されている。

図 8 は圧力吸収部 82 の具体例を示す。

この例では、圧力吸収部 82 は車のタイヤに類似した構造を用いている。

84 はアルミニウム、鉄等の金属からなる保持リングであり、この保持リング 84 内を排出管 10 が挿通している。この保持リング 84 は適宜手段により排出管 10 外周上に固定されている。また保持リング 84 は、孔 85 を通じて、排出管 10 内と液密、気密に連通している。

86 は外チューブであり、車のタイヤと同じように、保持リング 84 外周に嵌め込まれて、保持リング 84 と共に、密閉したチューブ空間を構成する。87 は内チューブであり、外チューブ 86 内に配設されている。

外チューブ 86 内には、保持リング 86 に設けたバルブ 88、連結ホース 89 を通じて圧縮空気および水蒸気が供給される。3 基の圧力吸収部 82 の外チューブ 86 間は連結ホース 89 によって連通され、最端部の圧力吸収部 82 の外チューブ 86 内には、図 6 に示すのと同じ構造の二重パイプ 75 を通じて圧縮空気および水蒸気が供給される。二重パイプ 75 は、台船 90（図 7）上に設けられた圧縮空気供給部 74 および水蒸気供給部 73 に接続パイプを介して接続される。



内チューブ 87 には、保持リング 84 に設けたバルブ 91、内チューブ 87 に設けたバルブ 92、これらを連結するホース、さらにはホース 93 を介して圧縮空気が供給される。ホース 93 は、台船 90 上に設けた圧縮空気供給部 95 に接続される。また 3 基の圧力吸収部 82 の内チューブ 87 間は、連結ホース 96 によって連通されている。

圧力吸収部 82 は上記のように構成されている。

内チューブ 87 内の圧力は、外チューブ 86 内空間の圧力と平衡状態となり、外チューブ 87 を潰れないように保持する役目をするが、場合によっては内チューブ 87 は設けなくともよい。

排出管 10 内に膨張波が発生し、圧力が低下した場合には、外チューブ 86 内から孔 85 を通じて圧縮空気および水蒸気が排出管 10 内に流入し、これにより排出管 10 の急な変形が防止される。また、排出管 10 内を比較的大きな石 97 等が流れる場合には、排出管 10 内に供給される水蒸気が潰れて圧力低下することにより、石 97 の流れ方向側に低圧の水柱分離部 98 が形成されやすくなり、前記固・液・気の三相よりなる連成振動子状の流れが生じるのを助長し、プラグや石等の輸送がさらに効率的になされる。

排出管 10 内に圧力波が発生し、圧力が上昇した場合には、外チューブ 86 内に水が流入し、排出管 10 内の圧力の突発的な上昇を吸収することから排出管 10 の急激な変形を防止できる。

このように、圧力吸収部 82 を設けることにより、流体中にキャビテーションや水撃現象が生じて、圧力吸収部 82 により圧力変化を吸収でき、固体輸送に必要な脈動状態を保つことができ、かつ排出管 10 の損傷を極力防止できる。

上記圧力吸収部 82 は、フロートの役目もするので、水平管部 14 の適所に適宜間隔をおいて配設することで、水平管部 14 を動水勾配以下の所に容易に配置できるようになる。

なお、圧力吸収部 82 は上記構成には限定されない。例えば、単にフロート状に形成し、排出管 10 内と孔もしくは適宜パイプを介して連通して、排出管 10 内の圧力変化を吸収するようにしてもよい。

ダム湖等における浚渫の場合、大洪水時には、ダム湖内にも  $3\text{ m/s}$  以上

の急激な水流が発生し、排出管 10 にも極めて大きな力が作用し、排出管 10 が大きなダメージを受けるおそれがある。

このような大洪水の場合には、排出管 10 全体を湖底に沈めるようにするとよい。

そのためには、台船 36 からの吊りのワイヤーなどを緩め、また二重パイプ 75 やパイプ 81、93などを緩め、さらには、フロート 80 や圧力吸収部 82 内の気体を排出して、排出管 10 を湖底に沈めるようにする。湖底は水流の流速が小さくなるため、排出管 10 へのダメージを小さくすることができる。

上記実施の形態では、ダム湖に堆積した堆積物の浚渫を例に説明したが、これに限られるものではない。池や湖沼等の貯水場所や海における浚渫にも吸入側と排出側に水位差（圧力差）を付けることにより当然利用できる。

あるいは、タンカー内の積み荷である例えば石炭や鉄鉱石をタンカー内から排出する場合にも、タンカー内に水を注入した後、上記実施の形態と同様の構造をもって水流と共に石炭や鉄鉱石を外部に排出するなど、貯水場所内に堆積した堆積物を外部に搬送する、堆積物の搬送機構にも応用しうるものである。

また、 $\rho = 7.4$  の鉄塊を浚渫した事実より、パイプライン内の急な圧力差による急な加速度の変化を与える上記の機構は、深海の有用物質の採取やメタンハイドレードの採取機構としても応用しうる。

また、固、液、気の連成振動子状流れが生じることから、原油の長距離輸送にも好適である。

特に、パイプラインの吸込口での弁の急閉、急開によるパイプライン内の急な圧力の変化は心臓の脈動にも通じ、吸込口での膨張波の発生機構は、人工心臓の血液中の赤血球や血小板の輸送に応用でき、その際、赤血球の変形能や血小板の凝集能の活性化（刺激）にも寄与する。

以上本発明につき好適な実施例を挙げて種々説明したが、本発明はこの実施例に限定されるものではなく、発明の精神を逸脱しない範囲内で多くの改変を施し得るのはもちろんである。

本発明によれば、上述したように、搬送管内に間隔をおいて発生しているプラグ部間の低濃度部に、膨張波（液状あるいは気体状に発生する低圧部：真空波）、圧力波（液状）が交互に発生して、固・液・気（水柱分離を含む）の三相よりなる連成振動子状の流れが生じ、あたかも、連結器（低濃度部）で連結された貨車（高濃度部）が機関車により急発進、急停車されるときとの状況と似ており、バネでできた連結器の伸び、縮みの働きによって、少ないエネルギーで、発進あるいは停車できるのと同様に、少ないエネルギー、すなわち小さな慣性力であっても、重力（水頭差；圧力差）との相乗効果で、高濃度、高粘土の流体が搬送管内を長距離流れるという効果を奏する。

## 請 求 の 範 囲

1. 貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、

前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、

該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、

前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備することを特徴とする堆積物搬送機構。

2. 前記カップ状体と共に前記吸込口部側が下降され、吸込口部が水底面に食い込んで該吸込口部が急閉塞されることによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力が低下して膨張波が発生し、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次水柱分離が発生し、

次いで前記カップ状体に対して吸込口部が上昇され、吸込口に進入した高濃度部がプラグとして吸引されると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体が前記カップ状体内に供給され、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気が前記カップ状体内に供給されることによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気が吸込口部内に流入して、高濃度の堆積物からなるプラグおよびガスプラグが形成されて前記鉛直管部を上昇し、

次いで前記カップ状体が増昇され、前記圧縮気体および水蒸気の供給が停止されることによって、ガスプラグ部の水蒸気が凝縮し、ガスプラグの体積が減少し、前記吸込口部が急開され、これにより吸込口部内に清水が流入され、吸込口部側の圧力が上昇して圧力波が発生し水柱分離部を凝縮させるサイクルが繰り返され

ることによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴とする請求の範囲 1 記載の堆積物搬送機構。

3. 前記圧縮気体供給部が、圧縮空気もしくは炭酸ガスを供給することを特徴とする請求の範囲 1 記載の堆積物搬送機構。

4. 前記圧縮気体供給部が、圧縮空気もしくは炭酸ガスを供給することを特徴とする請求の範囲 2 記載の堆積物搬送機構。

5. 前記貯水場所に浮かべられる台船を有し、該台船に、前記搬送管を支持する吊持装置と、該搬送管を、前記吸込口部が水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させる昇降装置と、前記水蒸気供給部と、前記圧縮気体供給部が配置されていることを特徴とする請求の範囲 1 記載の堆積物搬送機構。

6. 前記貯水場所に浮かべられる台船を有し、該台船に、前記搬送管を支持する吊持装置と、該搬送管を、前記吸込口部が水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させる昇降装置と、前記水蒸気供給部と、前記圧縮気体供給部が配置されていることを特徴とする請求の範囲 2 記載の堆積物搬送機構。

7. 前記貯水場所に浮かべられる台船を有し、該台船に、前記搬送管を支持する吊持装置と、該搬送管を、前記吸込口部が水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させる昇降装置と、前記水蒸気供給部と、前記圧縮気体供給部が配置されていることを特徴とする請求の範囲 3 記載の堆積物搬送機構。

8. 前記貯水場所に浮かべられる台船を有し、該台船に、前記搬送管を支持する吊持装置と、該搬送管を、前記吸込口部が水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させる昇降装置と、前記水蒸気供給部と、前記圧縮気体供給部が配置されていることを特徴とする請求の範囲 4 記載の堆積物搬送機構。

9. 前記搬送管内と連通して設けられ、搬送管内の圧力の増減を吸収する圧力吸収部を設けたことを特徴とする請求の範囲 1 記載の堆積物搬送機構。

10. 前記搬送管内と連通して設けられ、搬送管内の圧力の増減を吸収する圧力吸収部を設けたことを特徴とする請求の範囲 2 記載の堆積物搬送機構。

11. 前記搬送管内と連通して設けられ、搬送管内の圧力の増減を吸収する圧力吸収部を設けたことを特徴とする請求の範囲 5 記載の堆積物搬送機構。

1 2. 貯水場所における堆積物が堆積した水底面に対向して開口された吸込口部、該吸込口部から鉛直方向へ延びる鉛直管部、および該鉛直管部上部から横方向にほぼ水平に延び、貯水場所よりも低位にある放出部に向けて開口された水平管部を有し、該水平管部が前記貯水場所の水位よりも低い位置に設けられた孔部を液密に貫通するように配置されると共に、貯水場所内の水中に動水勾配線よりも下方となる位置に支持され、さらに、堆積物の搬送時、昇降装置により、前記吸込口部が貯水場所の水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動される搬送管と、前記搬送管の吸込口部に設けられ、該吸込口部が上下方向に移動可能に進入する、下方に開放された形状をなすカップ状体と、該カップ状体内に水蒸気を供給する水蒸気供給部と、前記カップ状体内に圧縮気体を供給する圧縮気体供給部とを具備する堆積物搬送機構を用い、

前記カップ状体と共に前記吸込口部側を下降させ、吸込口部を水底面に食い込ませて該吸込口部を急閉塞することによって、前記搬送管内の流体の慣性力により吸込口部側の圧力を低下させて膨張波を発生させ、搬送管内の低濃度部に吸込口部側より順次水柱分離を発生させ、

次いで前記カップ状体に対して吸込口部を上昇させ、吸込口に進入した高濃度部をプラグとして吸引させると共に、前記圧縮気体供給部から少量の圧縮気体を前記カップ状体内に供給し、前記水蒸気供給部から圧縮気体よりも大量の水蒸気を前記カップ状体内に供給することによって、水底の高濃度の堆積物、カップ状体内の水、圧縮気体および水蒸気を吸込口部内に流入させて、高濃度の堆積物からなるプラグおよびガスプラグを形成して前記鉛直管部を上昇させ、

次いで前記カップ状体を上昇させ、前記圧縮気体および水蒸気の供給を停止することによって、ガスプラグ部の水蒸気を凝縮させ、ガスプラグの体積を減少させ、前記吸込口部を急開し、これにより吸込口部内に清水を流入させ、吸込口部側の圧力を上昇させて圧力波を発生させ水柱分離部を凝縮させるサイクルを繰り返すことによって、前記搬送管内に、固・液・気よりなる連成振動子状流れを作り出して堆積物を前記放出部に搬出することを特徴とする堆積物搬送方法。

1 3. 前記圧縮気体供給部から、圧縮空気もしくは炭酸ガスを前記カップ状体内に供給することを特徴とする請求の範囲 1 2 記載の堆積物搬送方法。

1 4. 前記堆積物搬送機構が、貯水場所に浮かべられる台船を有し、該台船に、前記搬送管を支持する吊持装置と、該搬送管を、前記吸込口部が水底面に対して所要のサイクルで接離するように上下動させる昇降装置と、前記水蒸気供給部と、前記圧縮気体供給部が配置されていることを特徴とする請求の範囲 1 3 記載の堆積物搬送方法。

1 5. 前記堆積物搬送機構が、前記搬送管内と連通して設けられるとともに、搬送管内の圧力の増減を吸収する圧力吸収部を有することを特徴とする請求の範囲 1 3 記載の堆積物搬送方法。

1 6. 前記堆積物搬送機構が、前記搬送管内と連通して設けられるとともに、搬送管内の圧力の増減を吸収する圧力吸収部を有することを特徴とする請求の範囲 1 4 記載の堆積物搬送方法。





图 2

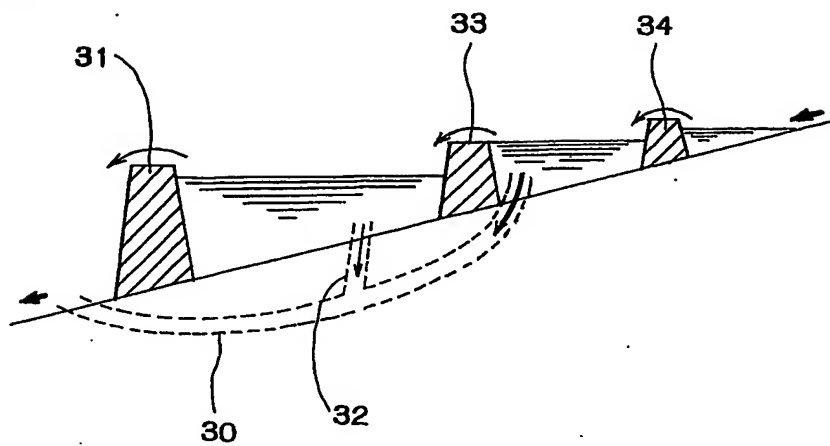


图 3

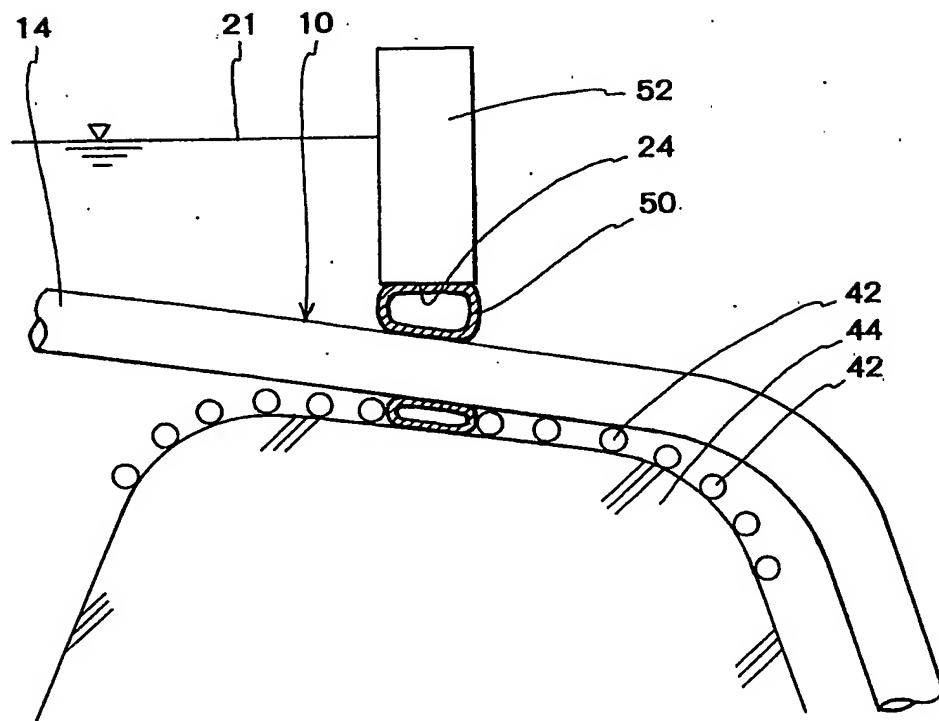


図 4

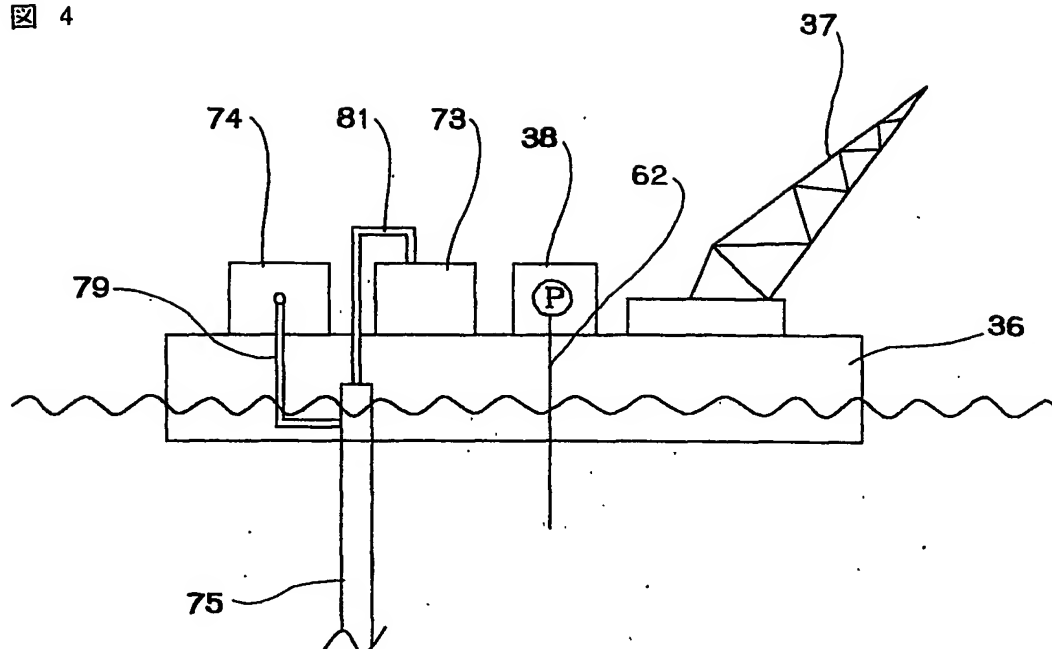
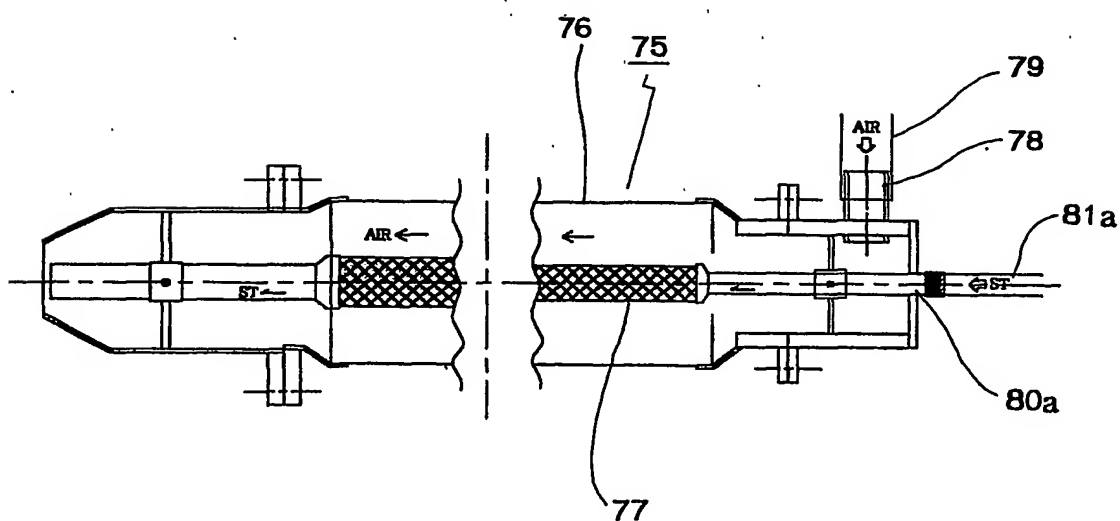


図 6



4 / 6

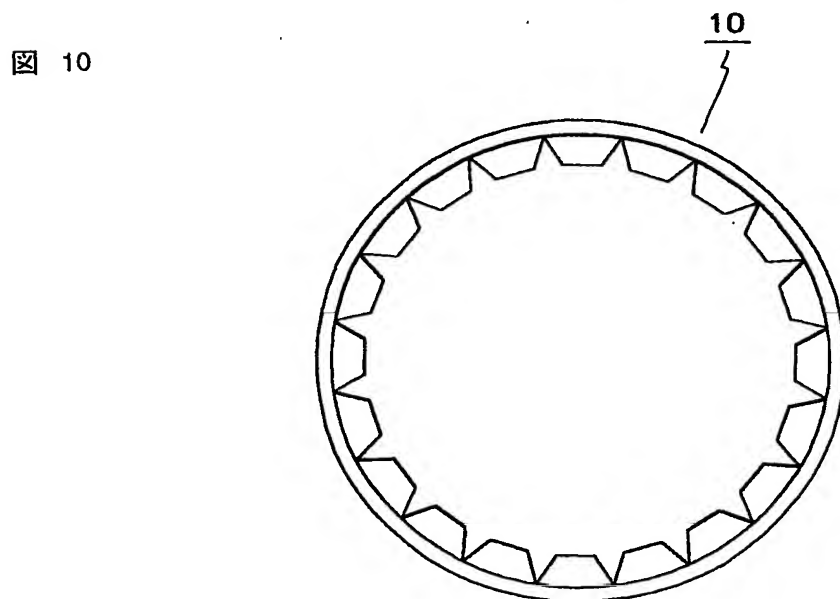
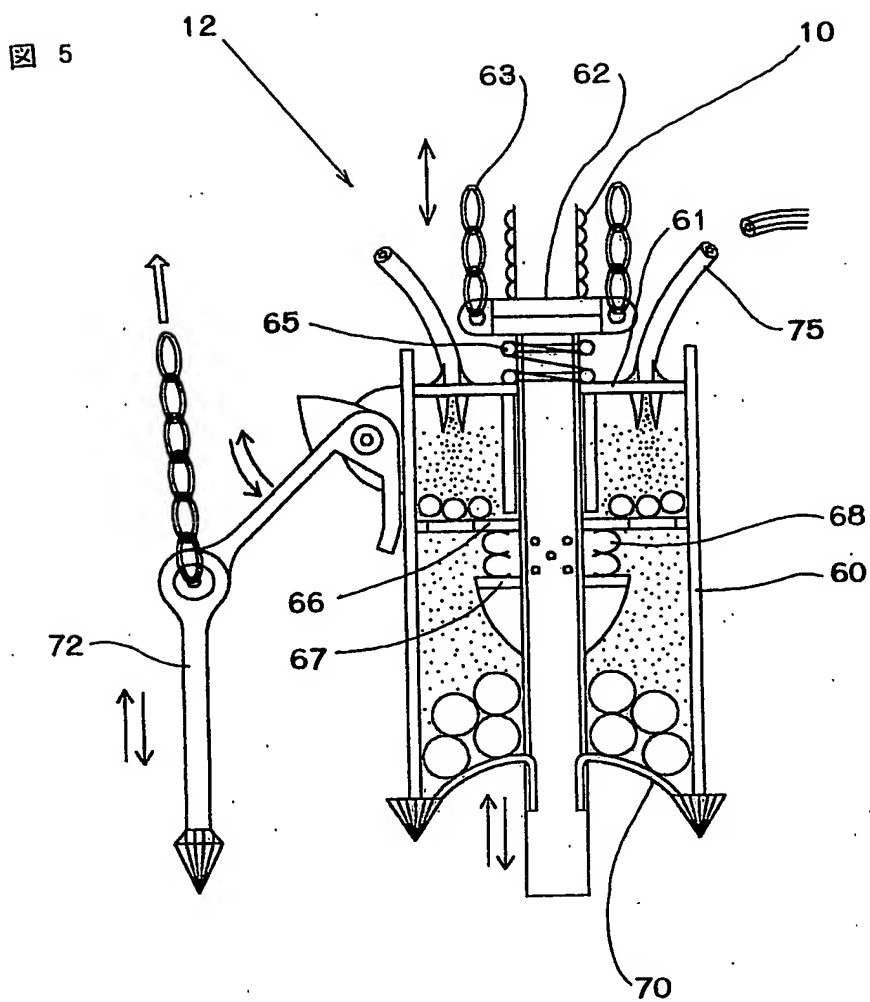
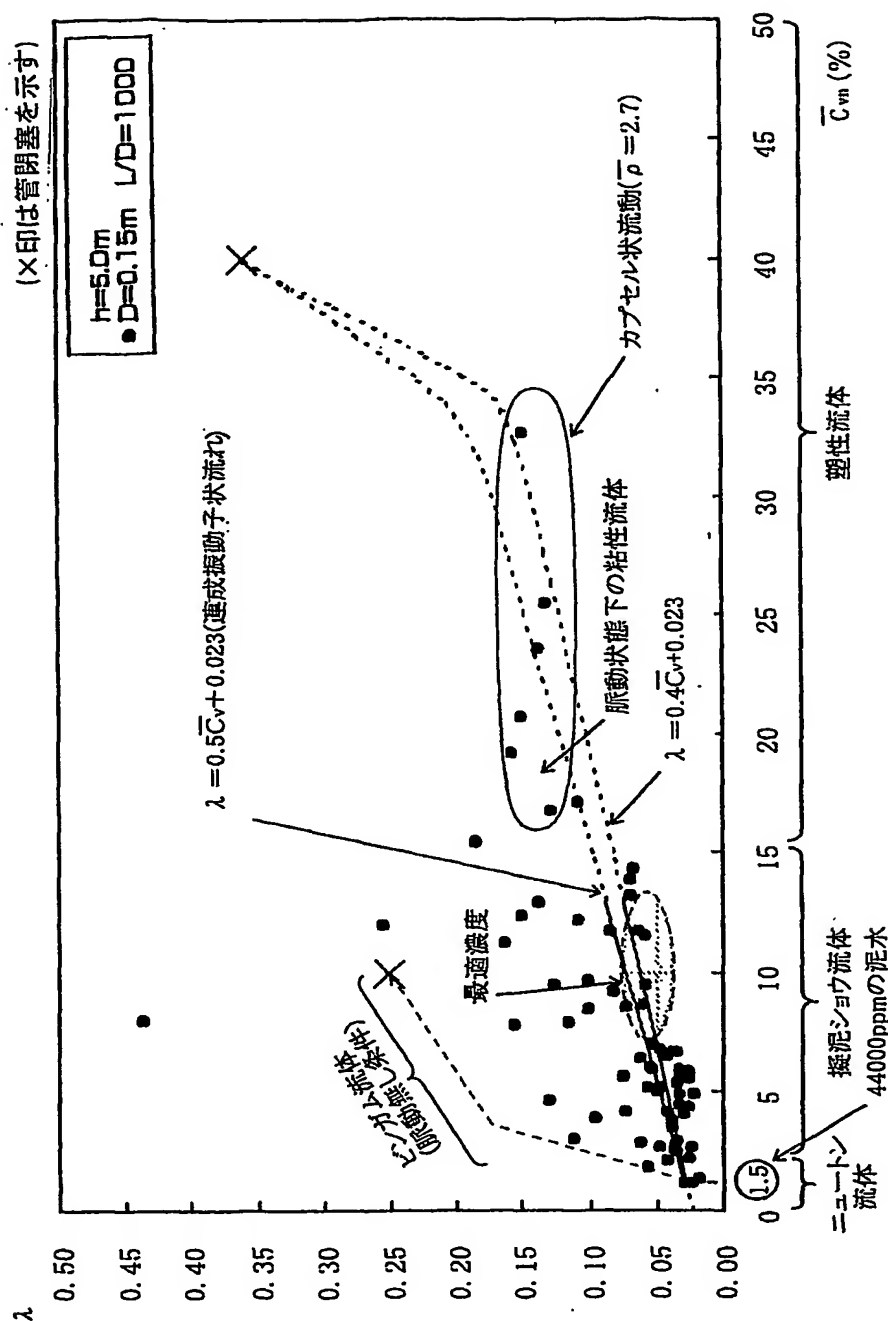




図 9

管路損失と真体積濃度（固相率）の相関図とその説明



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/JP03/07517

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> E02B7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> E02B7/20, E02B8/00-8/02, E03F3/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/42568 A1 (JPAN as represented by DIRECTOR GENERAL OF SHINSHU UNIVERSITY), 14 June, 2001 (14.06.01), Full text; Figs. 1 to 11 & JP 2001-164543 A Full text; Figs. 1 to 11 & EP 1236832 A1	1-16
A	JP 11-324008 A (Nippon Kokudo Kaihatsu Kabushiki Kaisha), 26 November, 1999 (26.11.99), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 August, 2003 (11.08.03)

Date of mailing of the international search report  
26 August, 2003 (26.08.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/JP03/07517

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-315514 A (Nobuharu OOIKAWA), 20 December, 1989 (20.12.89), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-16
A	JP 62-7427 U (Kurimoto Ltd.), 17 January, 1987 (17.01.87), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-16
A	JP 5-321293 A (Kikuo HASHIMOTO), 07 December, 1993 (07.12.93), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-16

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> E02B7/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> E02B7/20, E02B8/00-8/02, E03F3/88

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 01/42568 A1 (JAPAN as represented by DIRECTOR GENERAL OF SHINSHU UNIVERSITY) 2001. 06. 14, 全文, 第1-11図 & JP 2001-164543 A 全文, 第1-11図 & EP 1236832 A1	1-16
A	JP 11-324008 A (日本国土開発株式会社) 1999. 11. 26, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 08. 03

国際調査報告の発送日

26.08.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菊岡 智代



2D

2915

電話番号 03-3581-1101 内線 3239



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 1-315514 A (大井川宣治) 1989. 12. 20, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-16
A	J P 62-7427 U (株式会社栗本鐵工所) 1987. 01. 17, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-16
A	J P 5-321293 A (橋本喜久雄) 1993. 12. 07, 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-16